

Uji *Performance* Mesin Diesel Menggunakan Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas

Isalmi Aziz

Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Syarif Hidayatullah Jakarta
emi_uin@yahoo.co.id

Abstrak

Biodiesel dari minyak goreng bekas merupakan bahan yang sangat potensial untuk menggantikan bahan bakar solar. Selain harganya murah juga dapat mereduksi limbah. Biodiesel dicampur dengan solar dalam perbandingan 0 sampai 100 % dan selanjutnya di uji sifat fisiknya menggunakan metode ASTM. Dari hasil pengujian didapatkan biodiesel 20 % (B20) dan 40 % (B40) memenuhi standar bahan bakar solar dan selanjutnya diujikan pada mesin diesel dengan menggunakan solar sebagai pembanding. Biodiesel B20 dan B40 mampu memberikan kinerja yang baik untuk digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel. Emisi gas yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan emisi solar. Hal ini membuktikan bahwa biodiesel adalah bahan bakar ramah lingkungan.

Kata kunci : *biodiesel, minyak goreng bekas, solar, emisi gas, mesin diesel*

Abstract

Biodiesel from waste cooking oil is very potential to replace solar fuel. Biodiesel is mixed with solar of 0-100% comparison and tested its physical properties of biodiesel using ASTM method. Biodiesel 20% (B20) and 40% (B40) are tested in diesel engine while using solar as comparison. Biodiesel B20 and B40 are able to provide good performance to be used as diesel engine's fuel. The emission generated is lower than solar. It proves that biodiesel is an environmentally friendly fuel.

Keywords: *biodiesel, waste cooking oil, solar, gas emission, diesel engine*

1. PENDAHULUAN

Menipisnya cadangan minyak bumi membuat munculnya berbagai macam energi alternatif, salah satunya adalah biodiesel. Biodiesel adalah ester asam lemak yang berasal dari minyak nabati atau hewani melalui reaksi transesterifikasi atau esterifikasi dan digunakan sebagai bahan bakar diesel (Darnoko dan Cheryan, 2000).

Biodiesel merupakan bahan yang sangat potensial digunakan sebagai pengganti bahan bakar diesel. Hal ini disebabkan karena bahan bakunya yang berasal dari minyak nabati, dapat diperbaharui, dapat dihasilkan secara periodik dan mudah diperoleh. Selain itu harganya relatif stabil dan produksinya mudah disesuaikan

dengan kebutuhan. Biodiesel juga merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan, tidak mengandung belerang sehingga dapat mengurangi kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh hujan asam (*rain acid*) (Suwarso, WP dkk, 2008). Penggunaan minyak goreng bekas sebagai bahan baku memberikan beberapa keuntungan, diantaranya : harga murah, mudah didapat dan dapat menanggulangi pencemaran yang disebabkan oleh limbah minyak goreng bekas.

Biodiesel yang dihasilkan perlu dilakukan pengujian pada mesin diesel. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana *performance* mesin diesel jika menggunakan biodiesel sebagai bahan bakarnya. Sebelum diujikan langsung pada mesin diesel, harus

diketahui dulu apakah biodiesel yang dihasilkan memenuhi standar bahan bakar diesel.

Berbagai penelitian tentang pengujian langsung biodiesel sebagai bahan bakar mesin diesel sudah dilakukan. Rahardjo (2007) menggunakan biodiesel yang berasal dari minyak jarak pagar. Minyak kelapa sebagai bahan baku biodiesel juga sudah diujikan pada mesin diesel oleh Yuniarsi (2007). Pemerintah melalui Pertamina juga sudah mengkomersilkan biodiesel, tetapi belum dalam bentuk biodiesel murni. Biodiesel yang dikomersilkan berupa campuran biodiesel dengan solar yang dikenal dengan istilah biosolar. Kandungan biodiesel yang terdapat dalam biosolar masih 5 % volum (B5).

Bahan bakar diesel adalah hasil fraksi minyak bumi yang mendidih antara 175 sampai 370 °C dan digunakan sebagai bahan bakar dalam mesin diesel. Mesin diesel ditemukan dan dipatenkan oleh Rudolph Diesel pada tahun 1892. Mesin diesel bekerja dengan kecepatan maksimum yang lebih rendah dibandingkan dengan mesin bensin yang seringkali mempunyai kecepatan di atas 4000 putaran per menit. Kebanyakan mesin diesel bekerja dengan kecepatan antara 50 sampai 2.500 putaran permenit. Mesin diesel yang bekerja dengan kecepatan putaran kurang dari 500 putaran permenit disebut mesin diesel dengan kecepatan putaran lambat, diatas 1200 putaran permenit disebut mesin diesel kecepatan tinggi, sedangkan diantara keduanya disebut mesin diesel kecepatan sedang. Mesin diesel dengan kecepatan rendah digunakan sebagai mesin stationer dan digunakan di kapal-kapal besar. Kecepatan sedang digunakan pada kapal-kapal kecil dan lokomotif sedangkan kecepatan tinggi digunakan untuk traktor, bus, truk dan mobil. Indonesia saat ini mempunyai dua macam bahan bakar diesel, yaitu bahan bakar solar yang digunakan sebagai bahan bakar motor diesel dengan kecepatan putaran tinggi dan minyak diesel untuk kecepatan putaran rendah (Hardjono, 2001)

Mesin diesel tidak mempunyai karburator seperti mesin bensin, sebagai gantinya dipakai sistem injeksi bahan bakar. Disamping itu mesin diesel tidak mempunyai busi dan penyalan terjadi karena suhu tinggi

yang diperoleh pada pemampatan udara di dalam selinder mesin.

Untuk memperoleh panas yang tinggi untuk menyalakan bahan bakar, mesin diesel harus mempunyai perbandingan kompresi yang lebih tinggi dari pada perbandingan kompresi mesin bensin. Mesin diesel mempunyai perbandingan kompresi berkisar antara 12:1 sampai 18:1. Tekanan kompresi dapat mencapai 400 sampai 700 psi dan suhu udara yang dimampatkan dapat mencapai 1000 °F.

Mesin diesel dapat bekerja dengan siklus dua atau empat langkah. Tepat sebelum langkah kompresi berakhir dan pada saat udara mencapai suhu yang tinggi, bahan bakar mulai diinjeksikan. Setelah injeksi bahan bakar ini, tetes bahan bakar yang sangat kecil akan menyala dan nyala akan melebar secara spontan dalam ruang selinder dan menyebabkan tekanannya naik menjadi 600 sampai 1.000 psi.

Ketika bahan bakar disemprotkan ke dalam selinder mesin diesel, bahan bakar tidak segera menyala. Tetes-tetes bahan bakar harus lebih dahulu berubah menjadi uap sebelum penyalan terjadi. Kelambatan waktu yang sangat pendek akan terjadi, kira-kira satu per seribu detik, antara permulaan injeksi dan pembentukan nyala, yang disebut kelambatan penyalan (*ignition delay*).

Apabila kelambatan penyalan ini berlebihan, kenaikan tekanan yang tajam akan terjadi pada saat penyalan terjadi. Hal ini mengakibatkan operasi mesin menjadi kasar dan terjadi kehilangan daya, terdengar suara ketukan yang disebut ketukan diesel. Kelambatan penyalan tergantung pada mesin dan komposisi bahan bakar.

Di antara sifat-sifat bahan bakar diesel yang terpenting ialah kualitas penyalan, viskositas, titik tuang (*pour point*) dan titik nyala kabut (Hardjono, 2001).

- Kualitas penyalan

Kualitas penyalan bahan bakar diesel berhubungan dengan kelambatan penyalan. Kualitas bahan bakar diesel dinyatakan dalam angka cetan dan dapat diperoleh dengan jalan membandingkan kelambatan menyala bahan bakar diesel dengan kelambatan menyala bahan bakar pembanding dalam uji baku CFR.

Angka cetan bahan bakar diesel untuk mesin diesel dengan kecepatan perputaran tinggi mempunyai harga antara 40 sampai 60, sedangkan untuk mesin disel dengan kecepatan rendah antara 25 sampai 40.

- Viskositas
Viskositas bahan bakar diesel perlu dibatasi. Viskositas yang terlalu rendah dapat mengakibatkan kebocoran pada pompa injeksi bahan bakar, sedangkan viskositas yang terlalu tinggi dapat mempengaruhi kerja cepat alat injeksi bahan bakar dan mempersulit pengabutan bahan bakar minyak.
- Titik tuang dan titik kabut
Bahan bakar diesel harus dapat mengalir dengan bebas pada suhu atmosfer terendah dimana bahan bakar ini digunakan. Suhu terendah dimana bahan bakar diesel masih dapat mengalir disebut titik tuang (*pour point*). Pada suhu sekitar 10 F di atas titik tuang bahan bakar diesel dapat berkabut. Suhu ini dikenal dengan titik kabut.

2. METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : hidrometer (uji *specific gravity*), viskosimeter saybolt (uji viskositas kinematis), uji sisa karbon conradson, cawan tertutup Pensky-Martens (uji nyala), kolorimeter ASTM (uji warna), alat uji titik tuang (*pour point*), mesin diesel *Engine Research and Test Bed DWE-47/50-HS-N* dan uji emisi gas. Bahan yang digunakan adalah biodiesel dari minyak goreng bekas dan solar.

Uji Sifat Fisik Biodiesel

Biodiesel yang berasal dari minyak goreng bekas di campur dengan solar dengan komposisi 0 sampai 100 % volum. Campuran ini selanjutnya dianalisa sifat fisiknya meliputi : spesifik graviti, viskositas, titik nyala, titik tuang, sisa karbon, warna dan kadar air. Komposisi optimal yang akan diperoleh adalah komposisi yang mengandung fraksi biodiesel

terbesar yang mampu memenuhi standar sifat fisik bahan bakar solar.

a. Uji Spesifik Gravitasi (ASTM D 1298-85)

Sampel dimasukkan ke dalam silinder hidrometer. Termometer dicelupkan ke dalam sampel dan dibaca suhunya. Hidrometer dicelupkan ke dalam sampel dan di baca skala hidrometer yang di potong oleh permukaan sampel.

b. Uji Viskositas (ASTM D 88)

Sampel yang terdapat dalam pipa U (pipa kapiler viskosimeter) dimasukkan kedalam *waterbatch* yang sudah di atur suhunya. Waktu alir sampel dengan volume tertentu dalam pipa kapiler di ukur.

c. Titik Nyala (ASTM D 93-80)

Sampel dimasukkan ke dalam cawan dan dipanaskan dengan kecepatan pemanasan tetap. Selanjutnya setelah mencapai suhu tertentu 17 – 18⁰C dibawah titik nyala yang diperkirakan, nyala uji di arahkan pada permukaan sampel untuk setiap kenaikan suhu 5⁰C. Suhu paling rendah dimana uap minyak dalam campurannya dengan udara menyala, dicatat sebagai titik nyala.

d. Titik Tuang (ASTM D 97-87)

Sampel dimasukkan ke dalam tabung dan didinginkan. Setiap penurunan suhu 3⁰C dilakukan uji sifat alir sampel. Suhu tertinggi dimana sampel tidak dapat mengalir dicatat sebagai titik padat. Titik tuang didapatkan dengan menambahkan 3⁰C kepada titik padat.

e. Uji Warna (ASTM D 1500-87)

Sampel dimasukkan ke dalam cuvet. Selanjutnya dimasukkan ke dalam kolorimeter ASTM dan dibaca penunjukan skala ketika bidang batas terlihat jelas.

f. Uji Sisa Karbon Conradson (ASTM D 189-88)

Sampel dipanaskan dalam krus tanpa kontak dengan udara. Pada akhir pemanasan

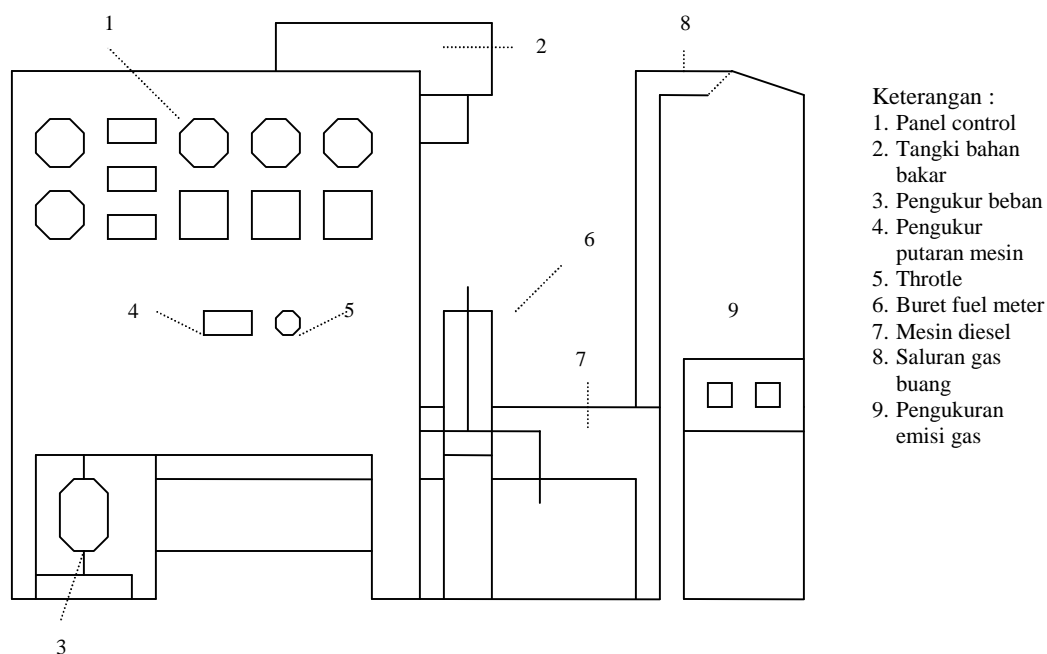
sampel didinginkan dalam desikator dan ditimbang.

g. Uji Kadar Air

Sampel sebanyak 50 ml ditambah 40 ml xylene dan 10 ml benzene. Campuran dididihkan dalam labu distilasi yang dilengkapi pendingin balik selama 3 jam. Setelah itu dicatat berapa volume air yang terpisahkan dari campuran.

Uji Performance Mesin Diesel

Komposisi biodiesel – solar yang memenuhi standar bahan bakar solar dimasukkan ke dalam tangki bahan bakar. Mesin diesel dijalankan dengan putaran 1650 sampai 3000 rpm. Setiap putaran data-data yang diambil meliputi besarnya beban, waktu pengosongan buret bahan bakar, suhu gas buang dan air pendingin serta emisi gas buang berupa CO, CO₂ dan HC.



Gambar 1. Rangkaian alat uji mesin diesel

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisik Campuran Biodiesel dengan Solar

Biodiesel yang berasal dari minyak goreng bekas ternyata mempunyai spesifik graviti yang lebih besar dari standar yang telah ditetapkan untuk minyak solar seperti yang terlihat dalam Tabel 1. Hal ini disebabkan karena senyawa penyusun biodiesel mempunyai jumlah karbon yang lebih besar dibandingkan dengan solar sehingga spesifik gravitinya lebih tinggi. Berdasarkan uji GCMS yang dilakukan, senyawa penyusun biodiesel ini mempunyai jumlah rantai

karbon tertinggi 21 (Aziz, 2008) . Hal inilah yang menyebabkan viskositasnya lebih besar.

Yuniarsi (2007) mendapatkan nilai viskositas biodiesel yang berasal dari minyak kelapa pada suhu 40⁰C sebesar 2,858. Nilai ini lebih rendah jika dibandingkan dengan biodiesel dari minyak goreng bekas yaitu sebesar 5,6263 CSt.

Setelah dilakukan pencampuran dengan solar, didapatkan biodiesel 20 % (B20) masuk dalam standar bahan solar. Biodiesel 40 % (B40) spesifik gravitinya lebih besar sekitar 0,3 % dari minyak solar. Untuk itu biodiesel 20 % dan 40 % selanjutnya di uji *performancenya* pada mesin diesel.

Tabel 1. Sifat fisik campuran biodiesel dan solar

	Standar Solar	Solar	B20	B40	B60	B80	B100
Spesific gravity, 60/60 °F	0,820 – 0,870	0,8599	0,8663	0,8725	0,8774	0,8883	0,8898
Viscosity, CSt	Maks. 5,8	4,1796	4,4158	4,6581	5,0151	5,2919	5,6263
Pour point, °F	Maks. 65	44,8	40,6	38,4	37	30,6	33,4
Flash point, °F	Min. 150	156	174	182	196	226,4	253,4
CCR, % Wt	Min. 0,1		1,2004	1,2196	1,4020	1,6058	2,0827
Warna	Maks. 3	2	2,5	2,5	2,5	2	1,5
Water content, % vol.	Maks. 0,05	0	0	0,03	0,04	0,08	0,16
Nilai kalor, kal/g		9.536,8	9.513,6	9.491,0	9.473,0	9.452,3	9.427,0

Keterangan : B20 : Biodiesel 20 %

B80 : Biodiesel 80 %

B40 : Biodiesel 40 %

B100 : Biodiesel 100 %

B60 : Biodiesel 60 %

Daya Bahan Bakar Biodiesel

Dari Tabel 2 dapat dilihat semakin besar putaran mesin maka semakin besar daya yang dihasilkan karena beban yang diberikan juga besar. Biodiesel B40 menghasilkan daya yang lebih rendah dibandingkan dengan solar dan biodiesel B20. Daya yang dihasilkan berkurang sekitar 2,3 % terhadap daya yang dihasilkan solar. Hal ini disebabkan karena terjadinya kelambatan penyalaan pada mesin diesel sehingga operasi mesin menjadi kasar dan terjadinya kehilangan daya. Hasil ini sama dengan yang didapatkan Amin (2003). Daya yang dihasilkan dari *blending* 30% biodiesel yang berasal dari minyak sawit berkurang sekitar 2%.

Tabel 2. Daya yang dihasilkan bahan bakar

Putaran mesin Rpm	Daya (kW)		
	Solar	B20	B40
1650	20,6264	20,3184	20,3184
1750	22,1931	21,8714	21,7428
2000	25,7311	25,3635	24,996
2250	28,9475	28,534	28,2858
2500	32,1639	31,7044	31,2249
2750	34,8748	34,3694	33,864
3000	35,8398	36,3911	35,2884

Kelambatan penyalaan dipengaruhi oleh komposisi bahan bakar. Biodiesel B40 memiliki kandungan biodiesel 40 % dan sisanya solar. *Flash point* yang terlalu tinggi juga berpengaruh pada kelambatan penyalaan (Hardjono, 2001). Tingginya *flash point*

menyebabkan bahan bakar lama terbakar. Biodiesel B40 memiliki *flash point* yang lebih tinggi dari solar dan biodiesel B20. Hasil yang sama juga didapatkan oleh Yuniasri (2007). Daya yang dihasilkan biodiesel murni dan B30 lebih rendah dibandingkan minyak solar. Menurut Amin (2003) energi yang dihasilkan biodiesel lebih rendah, rata-rata 118.000 BTU dan solar rata-rata 130.500 BTU.

Konsumsi bahan bakar (SFC)

Secara umum meningkatnya putaran mesin menyebabkan naiknya kebutuhan bahan bakar seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3. Hal ini disebabkan karena pada putaran tinggi proses pembakaran yang terjadi sangat cepat sehingga campuran udara dengan bahan bakar tidak dapat terbakar dengan sempurna karena campuran baru terlalu cepat menggantikan campuran lama yang belum seluruhnya terbakar (Kusuma, 2003). *Spesific Fuel Consumption* (SFC) biodiesel B40 rata-rata lebih besar 2,75 % dibandingkan yang lainnya, hal ini disebabkan karena nilai kalor biodiesel B40 lebih kecil, sehingga konsumsi bahan bakarnya menjadi besar. Hasil ini berbeda dengan yang didapatkan oleh Kusuma (2003). Konsumsi bahan bakar biodiesel lebih kecil sekitar 5 % dibandingkan solar untuk putaran mesin yang sama.

Rahardjo (2007) juga menganalisa konsumsi bahan bakar biodiesel yang berasal dari minyak jarak pagar. Hasil yang didapatkan sama dengan penelitian ini. Konsumsi bahan biodiesel bakar biodiesel lebih besar dibanding solar. Amin (2003) juga melakukan uji biodiesel yang berasal dari minyak sawit pada mesin

diesel dengan komposisi biodiesel 30%. Konsumsi bahan bakar biodiesel hanya 2% lebih tinggi dibandingkan solar.

Tabel 3. Konsumsi Bahan Bakar (SFC)

Putaran mesin rpm	SFC (kg/kW/jam)		
	Solar	B20	B40
1650	0,2911	0,3026	0,3075
1750	0,2974	0,3057	0,3055
2000	0,3006	0,3059	0,3113
2250	0,2985	0,3033	0,3123
2500	0,303	0,3061	0,3206
2750	0,3007	0,3105	0,3196
3000	0,3166	0,3144	0,3306

Emisi Gas

Emisi gas buang B40 lebih kecil dari emisi solar dan B20 seperti yang terlihat pada Tabel 4. Khusus untuk emisi CO biodiesel B40 tidak menghasilkannya. Hal ini disebabkan terjadi pembakaran yang sempurna pada biodiesel B40 sehingga tidak menghasilkan gas karbon monoksida. Adanya oksigen dalam biodiesel (biodiesel bersifat oksigenat) juga menyebabkan proses pembakaran menjadi sempurna.

Emisi gas CO yang dihasilkan B20 dalam penelitian ini sama dengan yang didapatkan oleh Kusuma (2003). Emisi gas CO yang dihasilkan rata-rata 0,02% volum.

Tabel 4. Emisi gas CO

Putaran mesin Rpm	CO (% volum)		
	Solar	B20	B40
1650	0,02	0	0
1750	0,03	0,02	0
2000	0,06	0,02	0
2250	0,05	0,02	0
2500	0,05	0,02	0
2750	0,03	0,02	0
3000	0,02	0	0

Emisi gas CO₂ yang dihasilkan biodiesel B40 dan B20 lebih kecil dibandingkan solar, seperti yang terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Emisi gas CO₂

Putaran mesin Rpm	CO ₂ (% volum)		
	Solar	B20	B40
1650	6,8	6,4	5
1750	7,4	6,7	5
2000	7,7	6,8	5,3
2250	8,1	6,8	5,3
2500	8,3	6,7	5,3
2750	8,3	6,4	5,3
3000	2,5	2,9	2,3

Jika dilihat dari jumlah hidrokarbon sisa (HC) yang dihasilkan, biodiesel B40 juga lebih rendah dari solar. Hal ini juga memperkuat bahwa proses pembakaran yang terjadi pada bahan bakar yang mengandung biodiesel lebih sempurna dibandingkan bahan bakar solar.

Tabel 6. Emisi Hidrokarbon Sisa

Putaran mesin Rpm	Hidrocarbon (ppm)		
	Solar	B20	B40
1650	72	54	26
1750	81	61	28
2000	94	56	31
2250	79	55	37
2500	79	48	26
2750	71	49	28
3000	60	61	60

Kenyataan ini membuktikan bahwa biodiesel adalah bahan bakar yang ramah lingkungan. Ini menjadi hal yang sangat penting, dimana pada saat ini pencemaran atau polusi yang disebabkan oleh bahan bakar minyak bumi cukup memprihatinkan. Dengan digunakan biodiesel sebagai bahan bakar akan dapat meminimalisir pencemaran lingkungan.

4. KESIMPULAN

1. Biodiesel B20 volum memenuhi standar bahan bakar solar.
2. Biodiesel B20 dan B40 mampu memberikan kinerja yang baik untuk digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel dan emisi gas yang

dihasilkan lebih kecil dibandingkan emisi solar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada DR. Bardi Murachman, SU, DEA dan Ir. Supranto, MSc, PhD atas segala masukan dan sarannya serta pimpinan dan staff Laboratorium Teknologi Minyak Bumi UGM atas semua sarana dan prasarananya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Amin, S., Wahyudi, M.Y., dan Nuramin, M., 2003, "Membandingkan Emisi Gas Buang Bahan Bakar Solar dan Biodiesel", *Jurnal Sains dan Teknologi*, Vol.5, No.5, 196-172.
2. Aziz, I., 2008, " Pembuatan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk", *Valensi*, vol.1, no.2, 99-103.
3. Darnoko, D and Cheryan, M, 2000, "Kinetics of Palm Oil Transesterification in a Batch Reactor", *J. Am.Oil Chem.Soc.*, 77, 1263-1267.
4. Hardjono, A., 2001, " Teknologi minyak Bumi ", Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
5. Kusuma, I, 2003, " Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah dan Pengujian terhadap Prestasi Kerja Mesin Diesel", *Poros*, vol.6, no.4, 227-234.
6. Raharjo,S., 2007, " Analisa Performa Mesin Disel dengan Bahan Bakar Biodiesel dari Minyak Jarak Pagar ", Prosiding Seminar Nasional Teknologi, B1-B6, Yogyakarta
7. Suwarsono, WP., Gani, I.Y, dan Kusyanto, 2008, " Sintesis Biodiesel dari Minyak Biji Ketapang yang Berasal dari Pohon Ketapang Yang Tumbuh di Kapus UI Depok ", *Valensi*, vol.1, no.2, 44-52.
8. Yuniarsi, K., 2007, " Coco Metyl Ester (Cocodiesel) Sebagai Bahan Bakar Pengganti Solar ", *Jurnal Akta Kimindo*, vol 3, no.1, 17-20.